

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-79007
(P2001-79007A)

(43)公開日 平成13年3月27日(2001.3.27)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード*(参考)
A 6 1 B 10/00		A 6 1 B 10/00	E 2 G 0 5 9
1/00	3 0 0	1/00	3 0 0 D 4 C 0 6 1
G 0 1 N 21/17		G 0 1 N 21/17	6 2 0

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全 16 頁)

(21)出願番号 特願平11-259511

(22)出願日 平成11年9月13日(1999.9.13)

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 飯塚 修平

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 金子 守

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(74)代理人 100076233

弁理士 伊藤 進

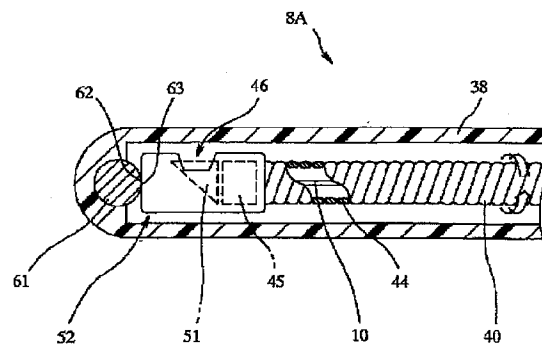
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光プローブ装置

(57)【要約】

【課題】 先端クリアランスを最小とし、先端クリアランスを適正な位置に設定・保持でき、低干渉光の出射・入射部の回転軸を安定的に保持する。

【解決手段】 光学シース38の内面先端には、金属球61が一部埋め込まれており、金属球61の接触点62が先端ハウジング52の先端面63に点接触している。すなわち、金属球61の光学シース38の内面先端より露出した部分がハウジング52の先端平滑面と点で接しているため、ハウジング52の摩擦抵抗が少なく、金属球61との点接触点と中心を結ぶ線を軸として回転する。このため、ハウジング52の回転をむらなく安定させつつ、ハウジング52の先端と光学シース38の内面先端とのクリアランスを最小とすることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 低干渉性光を用いて光断層像を得る光プローブ装置において、
少なくとも先端側が透明である柔軟なシースと、
前記シース内腔に設けられた前記低干渉光の出射・入射部と、
前記前記低干渉光の出射・入射部を保持するためのハウジングと、
前記ハウジングに連結され後端部の駆動手段より回転を伝達するフレキシブルシャフトと、
前記シース先端内面と前記ハウジング先端との間に設けられ前記ハウジングの回転時の摩擦を防止する摩擦防止手段とを具備したことを特徴とする光プローブ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、被検体に低干渉性光を照射し、被検体において散乱した光の情報から被検体の断層像を構築するための光プローブ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、生体組織を診断する場合、組織内部の光学的情報を得ることのできる装置として、低干渉性光を用いて被検体に対する断層像を得る干渉型のOCT（オプティカル・コヒーレンス・トモグラフィ）が例えば特表平6-511312号公報に開示されている。

【0003】特表平6-511312号公報では体腔内に挿入するための外側のチューブ状シースに対して内側に光ファイバおよび光出射・入射部となる先端ユニットが設けられた回転チューブを有する光プローブ装置（以下、単に光プローブ或いはプローブと略記）が開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の光プローブにおいては、チューブ状シースの先端内面と先端ユニットの先端面との先端クリアランス（すき間）が大きいと、観察時に術者の操作性が悪くなり、先端クリアランスが小さいと、シース先端部と内部の回転体が突き当たることにより回転性能が低下し、適正なOCT画像が得られなくなる等の欠点があった。

【0005】本発明は、上述した点に鑑みてなされたもので、先端クリアランスを最小とし、先端クリアランスを適正な位置に設定・保持でき、低干渉光の出射・入射部の回転軸を安定的に保持することのできる光プローブ装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の光プローブ装置は、低干渉性光を用いて光断層像を得る光プローブ装置において、少なくとも先端側が透明である柔軟なシースと、前記シース内腔に設けられた前記低干渉光の出射・入射部と、前記前記低干渉光の出射・入射部を保持するためのハウジングと、前記ハウジングに連結され後端部

の駆動手段より回転を伝達するフレキシブルシャフトと、前記シース先端内面と前記ハウジング先端との間に設けられ前記ハウジングの回転時の摩擦を防止する摩擦防止手段とを具備して構成される。

【0007】本発明の光プローブ装置では、前記摩擦防止手段が前記シース先端内面と前記ハウジング先端との間に設けられ前記ハウジングの回転時の摩擦を防止することで、先端クリアランスを最小とし、先端クリアランスを適正な位置に設定・保持でき、低干渉光の出射・入射部の回転軸を安定的に保持することを可能とする。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

（第1の実施の形態）図1ないし図4は本発明の第1の実施の形態に係り、図1は光プローブ装置を備えた光イメージング装置の全体構成を示す構成図、図2は図1の光プローブ装置が挿通される内視鏡を示す図、図3は図1の光プローブ装置の構成を示す構成図、図4は図3の光プローブ装置の要部の構成を示す構成図である。

【0009】図1に示す光イメージング装置（光断層画像装置）1は、観測装置27内に超高輝度発光ダイオード（以下、SLDと略記）等の低干渉性光源2を設けている。この低干渉性光源2は、その波長が例えば1300nmで、その可干渉距離が例えば17μm程度であるような短い距離範囲のみで干渉性を示す低干渉性光の特徴を備えている。

【0010】つまり、この光を例えば2つに分岐した後、再び混合した場合には分岐した点から混合した点までの2つの光路長の差が17μm程度の短い距離範囲内の場合には干渉した光として検出され、それより光路長が大きい場合には干渉しない特性を示す。

【0011】この低干渉性光源2の光は、第1のシングルモードファイバ3の一端に入射され、他方の端面（先端面）側に伝送される。この第1のシングルモードファイバ3は、途中の光カップラ部4で第2のシングルモードファイバ5と光学的に結像されている。従って、この光カップラ部4で2つに分岐されて伝送される。

【0012】第1のシングルモードファイバ3の（光カップラ部4より）先端側には、非回転部と回転部とで光を伝送可能な結合を行う光ロータリジョイント6が介挿され、この光ロータリジョイント6内の第3のシングルモードファイバ7の先端に第1の実施の形態の光プローブ装置（以下、光プローブとも略記）8Aのコネクタ部9が着脱自在で接続され、この光プローブ8A内に挿通され、回転駆動される第4のシングルモードファイバ10に低干渉性光源2の光が伝送（導光）される。

【0013】そして、伝送された光は、光プローブ8Aの先端側から被検体としての生体組織11側に走査されながら照射される。また、生体組織11側での表面或いは内部での散乱などした反射光の一部が取り込まれ、逆

の光路を経て第1のシングルモードファイバ3側に戻り、光カップラ部4によりその一部が第2のシングルモードファイバ5側に移り、第2のシングルモードファイバ5の一端から光検出器としての例えばフォトダイオード12に入射される。なお、光ロータリジョイント6のロータ側は回転駆動装置13によって回転駆動される。

【0014】また、第2のシングルモードファイバ5の光カップラ部4より先端側には、基準光の光路長を変える光路長の変換機構14が設けられている。この光路長の変換機構14は光走査プローブ8により生体組織11の深さ方向に所定の走査範囲だけ走査する光路長に対応してこの走査範囲の光路長だけ高速に変化する第1の光路長変化手段と、光プローブ8Aを交換して使用した場合の個々の光プローブ8Aの長さのバラツキを吸収できるようにその長さのバラツキ程度の光路長を変化できる第2の光路長の変化手段とを備えている。

【0015】第2のシングルモードファイバ5の先端に対向してこの先端と共に1軸ステージ18上に取り付けられ、矢印aに示す方向に移動自在のコリメートレンズ30を介してグレーティング16が配置されている。また、このグレーティング(回折格子)16と対応するレンズ17を介して微小角度回転可能なガルバノメータ19が第1の光路長の変化手段として取付けられており、このガルバノメータミラー19はガルバノメータコントローラ20により、符号bで示すように高速に回転的に振動される。

【0016】このガルバノメータミラー19はガルバノメータのミラーにより反射させるもので、ガルバノメータに交流の駆動信号を印加してその可動部分に取り付けたミラーを高速に回転的に振動させるものである。

【0017】つまり、光プローブ8Aにより、生体組織11の深さ方向に所定の距離だけ高速に走査できるようにガルバノメータコントローラ20により、駆動信号が印加され、この駆動信号により符号bで示すように高速に回転的に振動する。

【0018】そして、この回転的振動により第2のシングルモードファイバ5の端面から出射され、ガルバノメータミラー19で反射されて戻る光の光路長は生体組織11の深さ方向に走査する所定の距離の走査範囲だけ変化する。

【0019】つまり、ガルバノメータミラー19により、深さ方向の断層像を得るための第1の光路長の変化手段を形成している。このガルバノメータミラー19による光路長の変化手段はSCIENCE VOL. 276、1997、pp2037-2039に開示されている。

【0020】また、第2のシングルモードファイバ5およびコリメートレンズ30は、その光軸方向に符号aで示すように移動自在な1軸ステージ18上に設けられ、第2の光路長の変化手段となっている。

【0021】また、第2のシングルモードファイバ5には、ファイバで構成される干渉系全体および光プローブ8A内のファイバの曲げによって生じる複屈折性の影響を取り除くための偏波面調整用のファイバループ29が設けられている。

【0022】一方、1軸ステージ18は光プローブ8Aを交換した場合に対し、光プローブ8Aの光路長のバラツキを吸収できるだけの光路長の変換範囲を有する第2の光路長の変換手段を形成すると共に、ガルバノメータミラー19による光路長を過経して深さ方向の画像を得る場合に所望とする位置(例えば、光プローブ8Aの先端が生体組織の表面に密着していない場合でも、1軸ステージ18による光路長を変化させることにより、生体組織11の表面位置から干渉する状態に設定することにより、その表面位置)から画像化することができるようにオフセットを調整する調整手段の機能も備えているようにしている。

【0023】この1軸ステージ18はステージ移動用のモータを備え、位置制御装置21によりそのモータに駆動信号を印加することにより1軸ステージ18は符号aで示す方向に移動する。

【0024】この光路長の変換機構14で光路長が変えられた光は第2のシングルモードファイバ5の途中に設けたカップラ部4で第1のシングルモードファイバ3側から漏れた光と混合されて、共にフォトダイオード12で受光される。

【0025】なお、例えば第2のシングルモードファイバ5は1軸ステージ18をその可変範囲の中間位置付近に設定した状態では光カップラ部4から第4のシングルモードファイバ9等を経て光プローブ8Aの先端から生体組織11に至る光路長と、第2のシングルモードファイバ5を経て1軸ステージ18上のガルバノメータミラー19で反射される光路長とが略等しい長さとなるように設定されている。

【0026】そして、実際に接続して使用される光プローブ8Aに応じて1軸ステージ18の位置を変換設定することにより、個々の光プローブ8A(内の第4のシングルモードファイバ10)の長さのバラツキを吸収し、かつガルバノメータミラー19を高速で回転的振動或いは高速振動させてその基準光側の光路長を周期的に変化することにより、この光路長と等しい値となる生体組織11の深さ位置での反射光とを干渉させ、他の深さ部分での反射光は非干渉にすることができるようにしている。

【0027】上記フォトダイオード12で光電変換された信号はアンプ22により増幅された後、復調器23に入力される。この復調器23では干渉した光の信号部分のみを抽出する復調処理を行い、その出力はA/D変換器24を経てコンピュータ25に入力される。このコンピュータ25では断層像に対応した画像データを生成

し、モニタ26に出力し、その表示面にOCT像26aを表示する。

【0028】このコンピュータ25は位置制御装置21と接続され、コンピュータ25は位置制御装置2を介して1軸ステージ18の位置の制御を行う。また、コンピュータ25はビデオ同期回路28と接続され、画像化する際のビデオ同期信号に同期して内部のメモリに断層像データを格納する。

【0029】また、このビデオ同期回路28のビデオ同期信号はそれぞれガルバノメータコントローラ20と回転駆動装置13にも送られ、例えばガルバノメータコントローラ20はビデオ同期信号（より具体的には高速及び低速の2つのビデオ同期信号における高速の第1のビデオ同期信号）に同期した周期で駆動信号を出力し、回転駆動装置13はビデオ同期信号（より具体的には低速の第2のビデオ同期信号）に同期した周期で第1のビデオ同期信号に同期した駆動信号を出力し、回転駆動装置13による回転により周方向に光を走査するようにしている。

【0030】第1の実施の形態の光プローブ8Aは、図2に示すように、内視鏡31の鉗子挿通口32から鉗子挿通用チャンネルを経てその先端開口から光プローブ8Aの先端側を突出させることができる。

【0031】この内視鏡31は体腔内に挿入し易いように細長で可撓性の挿入部33を有し、この挿入部33の後端には太幅の操作部34が設けてある。この挿入部33の後端付近には鉗子挿通口32が設けてあり、この鉗子挿通口32はその内部で鉗子挿通用チャンネルと連通している。

【0032】挿入部33内には図示しないライトガイドが挿通され、このライトガイドの入射端を光源装置に接続し、照明光を伝送して挿入部33の先端部に設けた照明窓から出射し、患部等を照明する。また、照明窓に隣接して観察窓が設けられ、この観察窓には対物光学系が取り付けられ、照明された患部等を光学系に観察できるようにしている。そして、内視鏡31の先端部の観察光学系の観察の下で、患部等の注目する部分の生体組織11側に光プローブ8Aにより、低干渉性光を照射し、その生体組織11の内部の断層画像データを得て、モニタ26の表示面にOCT像26aを表示できるようにしている。

【0033】また、挿入部33の先端部には湾曲部35および（内視鏡）先端部36が設けられている。湾曲部35を経て光プローブ8Aを挿入させる時、また光プローブ8Aの先端37を内視鏡先端部36より突出させて生体組織11に接させる時、図2に示すように光プローブ8Aの先端部36は小さな湾曲半径で湾曲する。

【0034】図3に示すように光プローブ8Aは、少なくとも先端外周面が透明で細長い管状の樹脂チューブで構成された光学シース38と、該光学シース38の基端

側を（観測装置を構成する）回転駆動装置13に接続するコネクタ部9と、光学シース38の内側に設けられ、螺旋状に巻かれたコイル44から構成される自在に回転して回転力を伝達するフレキシブルシャフト40と、フレキシブルシャフト40の内腔に設けられた第4のシングルモードファイバ10と、フレキシブルシャフト40の先端に接続保持される光出射・入射部となる先端ユニット39と、第4のシングルモードファイバ10の後端に接続された光コネクタ（図示せず）を有するフレキシブルシャフト40の後端に接続された回転伝達コネクタ42と有する。

【0035】光学シース38の先端は封止部で水密的に閉塞され、この光学シース38の先端側に回転自在で配置される先端ユニット39内には第4のシングルモードファイバ10の端部からの光を集光するGRINレンズ45と、その集光された光を斜面で反射して直角方向に出射するプリズム51とが設けてあり、これらはプリズム51からの光の出射・入射部となる窓部46を有する（フレキシブルシャフト40の先端に取り付けられる）先端ハウジング（単にハウジングとも略記）52で覆われている。

【0036】また、回転伝達コネクタ42はコネクタ部9内で回転自在かつ水密に保持され、コネクタ部9も水密構造にして、光プローブ8A全体が水密構造であり、内部に反射防止用の屈折率整合水を充満して使用することにより、（光学ユニット39のプリズム51とシースの屈折率に対してその間の小さい空気の屈折率による屈折率の差が大きい状態であるのを屈折率整合水によりほぼ同じ屈折率とすることにより）それらの境界面での反射を低減し、画質の良いOCT像を得ることを可能にすると共に、（水密構造であるので）光プローブ8Aを消毒液等で簡単に消毒して体腔内に（直接或いは内視鏡のチャンネルを介して）挿入して使用ができるようになっている。

【0037】この光プローブ8Aの後端のコネクタ部9が着脱自在で接続される回転駆動装置13は、回転伝達コネクタ42が接続される光ロータリジョイント6を有する。この回転伝達コネクタ42には第4のシングルモードファイバ10の後端に接続された上記光コネクタ（図示せず）が設けられ、この光コネクタと光ロータリジョイント6は第3のシングルモードファイバ7に接続されている。

【0038】そして、第3のシングルモードファイバ7で伝送された光は光コネクタによって第4のシングルモードファイバ10に伝達される。また、回転駆動装置13による回転は、回転伝達コネクタ42によってフレキシブルシャフト40に伝達される。

【0039】第4のシングルモードファイバ10の伝送光は先端ユニット39に伝達され、この先端ユニット39のプリズム51によりその斜面で全反射されて出射方

向が直角方向に変更され、窓部46を介して少なくとも先端外周面が透明の光学シース38を通して検査光として外部に出射される。そして、生体組織からの反射光を受光し、再び第4のシングルモードファイバ10に伝達する。フレキシブルシャフト40の先端は先端ユニット39に接続されているため、フレキシブルシャフト40、先端ユニット39、第4のシングルモードファイバ10は一体で回転する。

【0040】図4に示すように、本実施の形態の光学シース38の内面先端には、金属球61が一部埋め込まれており、金属球61の接触点62が先端ハウジング52の先端面63に点接触している。

【0041】すなわち、金属球61の光学シース38の内面先端より露出した部分がハウジング52の先端平滑面と点で接しているため、ハウジング52の摩擦抵抗が少なく、金属球61との点接触点と中心を結ぶ線を軸として回転する。このため、ハウジング52の回転をむらなく安定させつつ、ハウジング52の先端と光学シース38の内面先端とのクリアランスを最小とすることができる。

【0042】なお、金属球61は、先端のX線造影対象となり得るので、X線撮影することで、光学シース38の先端位置を正確に知ることが可能となっている。

【0043】以上説明した本実施の形態によれば、光学シース38の内面先端に埋め込まれた金属球61を先端ハウジング52の先端面に点接触させているため、ハウジング52の回転がむらなく安定するので、適正なOCT像が得られると共に、光の出射・入射部である窓部46を最小のクリアランスで光学シース38の先端に近付けることができるため、観察時に術者の操作性が向上する。

【0044】また、ハウジング52はX線に写るが、その先の光学シース38部分はX線に写らないが、光学シース38先端に設けた金属球61がX線造影されるため、X線透視下で細かい管腔臓器へ挿入する際の操作性が向上する。

【0045】（第2の実施の形態）図5ないし図8は本発明の第2の実施の形態に係わり、図5は光プローブの要部の構成を示す構成図、図6は図5の光プローブの第1の変形例の要部の構成を示す構成図、図7は図5の光プローブの第2の変形例の要部の構成を示す構成図、図8は図5の光プローブの第3の変形例の要部の構成を示す構成図である。

【0046】本実施の形態は第1の実施の形態とほとんど同じであるので、第1の実施の形態と異なる部分のみ説明する。

【0047】図5に示すように、本実施の形態の光プローブ8Bでは、光学シース38の内面先端に摩擦防止部材65がシース内に一部埋め込まれ、この摩擦防止部材65は光学シース38内で露出している曲面が凸面66

になっている。また、ハウジング52の先端面を凹面67としている。

【0048】また、摩擦防止部材65の凸面66の曲率半径は、ハウジング52の先端面の凹面67の曲率半径より小さくする。従って、第1の実施の形態と同様の作用と共に、凹凸面のはめあいが軸受けを構成し、回転時のハウジング52のぶれを小さくすることができる。その他の構成は第1の実施の形態と同様である。

【0049】以上説明した本実施の形態によれば、第1の実施の形態で述べた効果に加え、ハウジング52の回転軸がより安定するため、ハウジング52の周面が光学シース38の内面に接触することを確実に防止できるので、より適正なOCT像が得られる。

【0050】なお、光プローブ8Bの第1の変形例として、図6に示すように、光学シース38の先端を水密に封止する封止キャップ68の突起部68aに摩擦防止部材65の凸面66を一体に形成してもよく、ハウジング52の先端面の凹面67を封止キャップ68の凸面66に点接触させることにより、同様な作用・効果を得ることができる。

【0051】また、光プローブ8Bの第2の変形例として、図7に示すように、光学シース38の内面先端に一部埋め込まれている摩擦防止部材65の光学シース38内で露出している曲面を凹面69とし、ハウジング52の先端面を凸面70とし、摩擦防止部材65の凹面69の曲率半径をハウジング52の先端面の凸面70の曲率半径より大きくするように構成してもよく、ハウジング52の先端面の凹面69を摩擦防止部材65の凸面70に点接触させることにより、同様な作用・効果を得ることができる。

【0052】さらに、光プローブ8Bの第3の変形例として、図8に示すように、光学シース38の先端を水密に封止する封止キャップ68に摩擦防止部材65の凹面69を一体に形成してもよく、ハウジング52の先端面の凹面69を封止キャップ68の凸面70に点接触させることにより、同様な作用・効果を得ることができる。

【0053】（第3の実施の形態）図9は本発明の第3の実施の形態に係る光プローブの要部の構成を示す構成図である。

【0054】本実施の形態は第1の実施の形態とほとんど同じであるので、第1の実施の形態と異なる部分のみ説明する。

【0055】図9に示すように、本実施の形態の光プローブ8Cでは、光学シース38の先端を水密に封止する先端キャップ71の光学シース38内面側にアンギュラボールベアリング72を設け、ハウジング52の先端面に凸部73を設けて構成される。その他の構成は第1の実施の形態と同様である。

【0056】このような構成によれば、ハウジング52の先端面の凸部73に外周面がアンギュラボールベアリ

ング72の各玉に点接して回転するため、より摩擦が少なく、回転が安定し、回転ムラが減少されるため、更に適切なOCT像が得られる。

【0057】以上説明した本実施の形態によれば、第1の実施の形態で述べた効果に加え、ハウジング52の回転軸がより安定するため、ハウジング52の周囲が光学シース38の内面に接触することを確実に防止できるので、より適正なOCT像が得られる。

【0058】(第4の実施の形態)図10は本発明の第4の実施の形態に係る光プローブの要部の構成を示す構成図である。

【0059】本実施の形態は第1の実施の形態とほとんど同じであるので、第1の実施の形態と異なる部分のみ説明する。

【0060】図10に示すように、本実施の形態の光プローブ8Dでは、光学シース38の先端は開口しており、ハウジング52に後端側を細くした細径部75を形成し、この細径部75の外表面75aを光学シース38の先端開口内面に固着した軸受け76にて支持し、フレキシブルシャフト4と接続する。なお、ハウジング52の細径部75を形成された端面52aは軸受け76と当接している。

【0061】光学シース38の先端開口部と軸受け76の接続部及びハウジング52は水密で透明な材質からなる円筒形状の包囲体77の中に収納される。この包囲体77の先端側は、包囲体の内壁に挿入される部分に凸部78を設けた先端キャップ79で封止し、凸部78とハウジング52の先端に設けた凹部80とを点接触させるようにする。

【0062】なお、包囲体77は、光透過性が良ければ、必ずしも柔軟な素材でなくても良く、光学シース38は柔軟であれば必ずしも光透過性の良い素材でなくてもよい。その他の構成は第1の実施の形態と同様である。

【0063】以上説明した本実施の形態によれば、第1の実施の形態で述べた効果に加え、ハウジング52の細径部75が軸受け76にて支持されており、ハウジング52の回転軸がより安定するため、ハウジング52のぶれと回転ムラが減少し、更に適切なOCT画像が得られる。

【0064】また、ハウジング52の周囲が光学シース38の内面に接触することを確実に防止でき、包囲体77の傷付きが防止できるため、画像が劣化しない。

【0065】さらに、包囲体77と光学シース38でそれぞれの部位で必要な光透過性や柔軟性等の特性に合わせた素材が選定できる。

【0066】また、ハウジング52の細径部75を形成された端面52aは軸受け76と当接しているので、ハウジング52を精度良く所望の位置に配置できる。

【0067】(第5の実施の形態)図11ないし図17

は本発明の第5の実施の形態に係わり、図11は光プローブの要部の構成を示す構成図、図12は図11の光プローブの作用を説明する第1の説明図、図13は図11の光プローブの作用を説明する第2の説明図、図14は図11の光プローブの第1の変形例の要部の構成を示す構成図、図15は図11の光プローブの第2の変形例の要部の構成を示す構成図、図16は図11の光プローブの第3の変形例の要部の構成を示す構成図、図17は図11の光プローブの第4の変形例の要部の構成を示す構成図である。

【0068】本実施の形態は第1の実施の形態とほとんど同じであるので、第1の実施の形態と異なる部分のみ説明する。

【0069】図11に示すように、本実施の形態の光プローブ8Eでは、ハウジング52の先端面に設けた先端部81の凸面81aに接し、回転時の先端部81の凸面81aの軸受けとなる凹面82を有する軸受け部83と、光学シース38の先端内面に埋め込まれた弾性体保持部84と、弾性体保持部84と軸受け部83を連結する弾性体であるバネ85とを有して構成される。その他の構成は第1の実施の形態と同様である。

【0070】本実施の形態では、バネ85により一定の圧力で先端部81の凸面81aと軸受け部83の凹面82を接触させているため、回転時のぶれを更に減少させることができる。

【0071】光プローブ8Eは、図12に示す非湾曲時の弾性体保持部84とハウジング52との長手軸方向の距離L1に対して、図13に示す湾曲時の弾性体保持部84とハウジング52との長手軸方向の距離L2は、フレキシブルシャフト40と光学シース38の弾性の違いにより、一般に $L1 < L2$ となり、ハウジング52が光学シース38の先端より長手軸方向に若干離れる。しかし、このような場合にも、バネ85の弾性により軸受け部83(の凹面82)は、ハウジング52の先端部81の凸面81aと接するため、回転時のぶれを減少させることができる。

【0072】以上説明した本実施の形態によれば、第1の実施の形態で述べた効果に加え、ハウジング52の回転軸がより安定するため、ハウジング52のぶれと回転ムラが減少し、更に適切なOCT画像が得られる。

【0073】また、光プローブ8Eを湾曲させても、バネ85の弾性により軸受け部83(の凹面82)は、ハウジング52の先端凸面81と接するため回転軸を維持することができ、回転時のぶれを減少させることができ、適切なOCT画像が得られる。

【0074】なお、光プローブ8Eの第1の変形例として、図14に示すように、光学シース38の先端を水密に封止する封止キャップ86にバネ85を保持するような構成でもよく、バネ85の弾性により軸受け部83(の凹面82)をハウジング52の先端凸面81に点接

触させることにより、同様な作用・効果を得ることができる。

【0075】また、光プローブ8Eの第2の変形例として、図15に示すように、ハウジング52の先端面に先端凹面87に設け、軸受け部83にハウジング52の先端凹面87に点接触させる凸面88を設けて構成してもよく、バネ85の弾性により軸受け部83（の凸面88）をハウジング52の先端凹面87に点接触させることにより、同様な作用・効果を得ることができる。

【0076】さらに、光プローブ8Eの第3の変形例として、図16に示すように、光学シース38の先端を水密に封止する封止キャップ86にバネ85を保持し、第2の変形例と同様に、ハウジング52の先端面に先端凹面87に設け、軸受け部83にハウジング52の先端凹面87に点接触させる凸面88を設けて構成してもよく、バネ85の弾性により軸受け部83（の凸面88）をハウジング52の先端凹面87に点接触させることにより、同様な作用・効果を得ることができる。

【0077】また、光プローブ8Eの第4の変形例として、図17に示すように、ハウジング52の先端面にアンギュラボールベアリング89を設けると共に、軸受け部83に凸面90を設けて、凸面90の外周面をアンギュラボールベアリング89の各玉と接するように構成してもよく、バネ85の弾性により軸受け部83（凸面90の外周面）をハウジング52のアンギュラボールベアリング88の各玉に点接触させることにより、同様な作用・効果を得ることができる。

【0078】（第6の実施の形態）図18及び図19は本発明の第6の実施の形態に係わり、図18は光プローブの要部の構成を示す構成図、図19は図18のベアリングの変形例を示す図である。

【0079】本実施の形態は第1の実施の形態とほとんど同じであるので、第1の実施の形態と異なる部分のみ説明する。

【0080】図18に示すように、本実施の形態の光プローブ8Fでは、ハウジング52の先端側、後端側両側にベアリング95を固定されない状態で設けて構成される。その他の構成は第1の実施の形態と同様である。

【0081】本実施の形態では、第1に実施の形態の効果に加え、ベアリング95により、ハウジング52の回転がスムーズになり、がたつきを防止できる。また、ベアリング95により、ハウジング52と光学シース38の接触が防止され、光学シース38の内面の傷付き、破損が防止できる。

【0082】なお、ベアリング95を図19に示すような形状としてもよく、このような形状にすることで、より摩擦防止することができると共に、軸位置を安定させることができる。

【0083】（第7の実施の形態）従来の光プローブの構成では、光学シース38内に屈折率整合用などの液体

を充填した場合、光出射・入射面に気泡が付着すると、除去することが困難であり、適正なOCT画像が得られなくなる欠点があった。

【0084】そこで、次に、光学シース内に液体を充填した光プローブにおいて、先端の光出射・入射面に発生した気泡を除去し易く、適正なOCT画像が得られる光プローブについて説明する。

【0085】図20ないし図31は本発明の第7の実施の形態に係わり、図20は光プローブの要部の構成を示す構成図、図21は図20の光学シース内への屈折率整合のための液体の注入を説明する説明図、図22は図20の気泡トラップの構成を示す構成図、図23は図20の気泡トラップの第1の変形例の構成を示す構成図、図24は図20の気泡トラップの第2の変形例の構成を示す構成図、図25は図20の気泡トラップの第3の変形例の構成を示す構成図、図26は図20の光プローブの作用を説明する第1の説明図、図27は図20の光プローブの作用を説明する第2の説明図、図28は図20の光プローブの変形例の要部の構成を示す構成図、図29は図21の光学シース内への屈折率整合のための液体の注入の変形例を説明する第1の図、図30は図21の光学シース内への屈折率整合のための液体の注入の変形例を説明する第2の図、図31は図21の光学シース内への屈折率整合のための液体の注入の変形例を説明する第3の図である。

【0086】本実施の形態は第1の実施の形態とほとんど同じであるので、第1の実施の形態と異なる部分のみ説明する。

【0087】図20に示すように、本実施の形態の光プローブ8Gでは、光学シース38内には屈折率整合のための液体100が満たされ、フレキシブルシャフト40の外周には気泡通過制限手段としてステンレス製の気泡トラップ101が設けられて構成される。気泡トラップ固定箇所は、例えばハウジング52のフレキシブルシャフト40側端部より5mm程度離れた箇所とし、幅を1mm程度としている。

【0088】ここで、光学シース38内への屈折率整合のための液体101の注入について説明する。図21に示すように、光学シース38内に充填用チューブ102を挿入する。充填用チューブ102は、その先端が光学シース38先端内部に接するまで挿入する。次に、充填用チューブ102を介し、シリンジ103によって水等の屈折率整合媒体100を光学シース38内に序々に充填する。このとき、充填用チューブ102と光学シース38の隙間から空気が抜けていき、光学シース38の内部先端から液体100が充填されていくことになる。これにより、水のような粘性の高い液体でも、光学シース38内に空気が残留することがなくなる。充填用チューブ102を抜去した後、ハウジング52及びフレキシブルシャフト40等からなるプローブアセンブリの先端

まで挿入すればよい。また、屈折率整合媒体100を取り除く際は、充填用チューブ102により吸引すればよい。

【0089】気泡トラップ101は、図22に示すように、円筒形状のステンレスをC状に形成しフレキシブルシャフト40の外周に嵌合しており、その材質は、ステンレス以外の他の金属、プラスチック、シリコンゴム、熱収縮チューブ等を用いても良い。その他の構成は第1の実施の形態と同様である。

【0090】なお、気泡トラップ101は、図23に示すように平板形状のステンレスをC状に形成して構成しても良いし、また図24に示すように円筒形状のステンレスをコイル状に形成して構成しても良いし、さらに図25に示すようにフレキシブルシャフト40を構成するコイル44を所定の位置で多重巻きすることにより気泡トラップ101を形成しても良い。

【0091】本実施の形態では、ハウジング52の窓部46と光学シース38の間に気泡99が生じた場合(図20参照)、図26に示すように、光プローブ8Gの先端部を下向きにしてしばらく放置しておく。その後、図27に示すように光プローブ8Gの先端側から15cm程度離れた箇所を持って左右に大きく振る。すると、ハウジング52の窓部46と光学シース38の間に生じた気泡99は細かく砕かれると共に、比重が屈折率整合媒体100よりも小さいために、遠心力の作用によって気泡トラップ101側に移動してくる。さらに、細かく砕かれた気泡99は気泡トラップ101と光学シース38の隙間を通過し光プローブ8Gの手元側へ移動する。光プローブ8Gの手元側へ移動した細かく砕かれた気泡は再び合体するが、合体した気泡は表面張力のために気泡トラップ101と光学シース38の隙間を再び通過することはできず、光プローブ8Gの先端側への移動が阻止される。

【0092】以上説明した本実施の形態によれば、第1の実施の形態で述べた効果に加え、光射出・入射面の窓部46と光学シース38の間に生じた気泡99を容易に除去すると共に、除去した気泡99を気泡トラップ101により光プローブ8Gの先端側への移動を阻止できるので、適正なOCT画像が得られる。

【0093】なお、図28に示すように、所定の間隔で気泡トラップ101をフレキシブルシャフト40の外周に複数設け、屈折率整合のための液体100を充填する光学シース38内を複数のパーティションに区切るように構成しても良い。

【0094】このように構成することで、光学シース38とフレキシブルシャフト40の間に生じた気泡99は、複数の気泡トラップ101間のパーティションごとによりトラップされる。

【0095】この結果、プローブ後端で生じた気泡99がプローブ先端側に入りにくくなる。また、気泡トラ

プ101がスリップリングの役目を果たし、フレキシブルシャフト40の回転、進退がスムーズになると共に、光学シース38へのハウジング52及びフレキシブルシャフト40の挿入がスムーズになり、ハウジング52及びフレキシブルシャフト40の光学シース38内での進退移動が容易となるため、リニアスキャン、スパイラルスキャンが可能となる。

【0096】なお、光学シース38内への屈折率整合のための液体100の注入は図21に示した方法により行うとしたが、これに限らず、例えば、図29に示すように、光学シース3先端部の円周方向に凹溝105を設け、図30のようにこの部位に光学シース38の内外を連通する連通路106を形成する。凹溝105には弾性リング107をはめ合わせる。

【0097】そして、図31に示すように、光学シース38の後端部のコネクタ部9を屈折率整合媒体100を満たした容器108に入れ、光学シース38の先端部に真空吸引装置(図示せず)の吸引口金109を接続する。真空吸引装置により光学シース38先端外部を負圧にすることにより、弾性リング107が拡張して連通路106が開口し、気泡を残すことなく屈折率整合媒体100が充填される。屈折率整合媒体100を充填し終えた後、ハウジング52及びフレキシブルシャフト40等からなるプローブアセンブリを光学シース38の先端まで挿入すればよい。

【0098】また、弾性リング107を取り外すか、光学シース38後端部を空気中に開口した状態で先のように光学シース38先端部に負圧をかければ、容易に屈折率整合媒体100を取り除くことができる。

【0099】(第8の実施の形態)従来の光プローブでは、フレキシブルシャフトを構成するコイルが全長にわたって1重巻きであったため、回転、進退運動に対する追従性が悪く、動きにムラが生じるため、適正なOCT画像が得られない欠点があった。また、屈曲時にフレキシブルシャフトの長さの変化が大きく、(シース先端のクリアランスを大きくとる必要があり)操作性を悪化させていた。

【0100】そこで、本実施の形態では、先端部に伝達される回転・進退運動の追従性がよく、適正なOCT画像が得られる光プローブについて説明する。

【0101】図32ないし図36は本発明の第8の実施の形態に係わり、図32は光プローブの要部の構成を示す構成図、図33は図32の光プローブの作用を説明する説明図、図34は図32の光プローブの第1の変形例の要部の構成を示す構成図、図35は図34の光プローブの作用を説明する説明図、図36は図32の光プローブの第2の変形例の要部の構成を示す構成図である。

【0102】本実施の形態は第1の実施の形態とほとんど同じであるので、第1の実施の形態と異なる部分のみ説明する。

【0103】図32に示すように、本実施の形態の光プローブ8Hのフレキシブルシャフト40は、巻き方向を交互に変えたコイル110を3重巻きにして構成される。その他の構成は第1の実施の形態と同様である。

【0104】本実施の形態によれば、第1の実施の形態で述べた効果に加え、図33に示すように、曲がりのある管腔臓器111の内部を観察する場合でも、コイル110を交互に3重巻きにしたフレキシブルシャフト40により、先端部まで回転・進退運動が追従性良く伝達される。また、曲がりによるフレキシブルシャフト40の全長の進退が少ない。

【0105】これにより、プローブ先端の回転・進退運動の追従性が良いため、動きにムラがなく、適正なOCT画像が得られる。伸び縮みが少ないため光ファイバを保護することができる。

【0106】なお、フレキシブルシャフト40を巻き方向を交互に変えたコイル110を3重巻きにして構成するとしたが、図34に示すように、第1の変形例として、先端部付近のフレキシブルシャフト40のコイル110を2重巻きとし基端側で3重巻きとし、ハウジング52の径も2重巻きに合わせよう構成しても良い。

【0107】2重巻きの細径部は、挿入部位の必要に合わせて最小限にとどめる。このとき、光学シース38の径も先端側を細くした形状とする。

【0108】以上により、先端部では細径になるとともに剛性が小さくなり、後端部では太径で剛性を保つことができ、回転、進退運動の追従性を確保できる。

【0109】すなわち、先端部が細いので、先端部の剛性が小さいため、曲折の多い血管内でも自由に變形することができ、図35に示すように、光プローブ8Hが冠状動脈や体内の奥深い血管、胆管、膵管などの細い管腔臓器115に挿入可能となる。また、後端部は剛性が保たれているため、無用の變形は生じず操作し易い。さらに、細径部を必要最小限にとどめているため、追従性が良く、より適正なOCT画像が得られる。

【0110】フレキシブルシャフト40を巻き方向を交互に変えたコイル110を3重巻きにして構成するとしたが、図36に示すように、第2の変形例として、先端部から遠ざかるにつれて、フレキシブルシャフト40のコイル110を1重巻き、2重巻き、3重巻きとし、1重、2重巻きの細径部は、挿入部位の必要に合わせて最小限にとどめ、ハウジング52の径を1重巻きに合わせて構成しても良い。

【0111】以上により、先端部は更に細径になるとともに剛性が小さくなる。したがって、先端部が、より細いため、体内のさらに抹消側の血管や、細い管腔臓器等に挿入可能である。

【0112】(第9の実施の形態)従来の光プローブでは、先端部が湾曲した際、シース断面の真円が保たれず、回転体とシースが接触して摩擦が大きくなり、回転

にムラが生じて、適正なOCT画像が得られないという欠点があった。

【0113】そこで、本実施の形態では、先端部が湾曲していても、先端部回転体が光学シース内腔でスムーズに回転し、適正なOCT画像が得られる光プローブについて説明する。

【0114】図37ないし図39は本発明の第9の実施の形態に係わり、図37は光プローブの要部の構成を示す構成図、図38は図37のメッシュ環を説明する説明図、図39は図37の光プローブの変形例の要部の構成を示す構成図である。

【0115】本実施の形態は第1の実施の形態と同様に構成することが可能であるが、第2の実施の形態の光プローブ8Bの第2の変形例の構成例を元に説明する。すなわち、本実施の形態は、基本構成は第1の実施の形態と同じであって、したがって、その他の構成の他の実施の形態にも適用可能である。第2の実施の形態の光プローブ8Bの第2の変形例とほとんど同じであるので、第2の実施の形態の光プローブ8Bの第2の変形例と異なる部分のみ説明する。

【0116】図37及び図38に示すように、本実施の形態の光プローブ8Iでは、ハウジング52が光学シース38内壁に接触する接触部分119にメッシュを施したステンレスメッシュ環120を設ける。このメッシュ環120は接触部分119に接着または溶着により設けられ、観察ビームを妨げられることがないよう、観察ビームが出射される領域(窓部46)を避けて設けられる。その他の構成は第2の実施の形態の光プローブ8Bの第2の変形例と同じである。

【0117】光プローブ8Iを体腔内に挿入して使用する際、先端部が屈曲された状態で使用しても、メッシュ環120を設けた部分の真円が維持され、ハウジング52と光学シース38内腔の接触部をスムーズに回転させることができる。また、メッシュ環120は、ハウジング52と光学シース38内腔の接触部に限定して設けられるので、光プローブ8I全体の柔軟性を失うことはない。

【0118】本実施の形態によれば、第1の実施の形態の効果に加え、メッシュ環120を設けた部分の真円が維持されるので、プローブ先端部の回転をスムーズすることができ、適正なOCT画像が得られる。

【0119】なお、図39に示すように、メッシュ環120を薄めのチューブ121で挟み込むようにして設けてもよく、この場合、メッシュ環120が直接生体に触れることを防止できる。

【0120】[付記]

1. 低干渉性光を用いて光断層像を得る光プローブ装置において、少なくとも先端側が透明である柔軟なシースと、前記シース内腔に設けられた前記低干渉光の出射・入射部と、前記前記低干渉光の出射・入射部を保持する

ためのハウジングと、前記ハウジングに連結され後端部の駆動手段より回転を伝達するフレキシブルシャフトと、前記シース先端内面と前記ハウジング先端との間に設けられ前記ハウジングの回転時の摩擦を防止する摩擦防止手段とを具備したことを特徴とする光プローブ装置。

【0121】2. 前記ハウジングの先端面を凸面とし、前記摩擦防止手段の前記ハウジングと接する面を凹面または平面としたことを特徴とする付記項1に記載の光プローブ装置。

【0122】3. 前記ハウジングの先端部を凹面または平面とし、前記摩擦防止手段の前記ハウジングと接する面を凸面としたことを特徴とする付記項1に記載の光プローブ装置。

【0123】4. 前記摩擦防止手段がボールベアリングにより構成されることを特徴とする付記項1に記載の光プローブ装置。

【0124】5. 前記シース先端内面に一端が保持され、他端に前記摩擦防止手段を保持した弾性部材を備えたことを特徴とする付記項1ないし4のいずれか1つに記載の光プローブ装置。

【0125】6. 低干渉性光を用いて光断層像を得る光プローブ装置において、前記シース内腔に設けられた前記低干渉光の出射・入射部と、前記前記低干渉光の出射・入射部を保持するためのハウジングと、前記ハウジングを内包する透明な筒状の包囲体と、前記ハウジングに連結され後端部の駆動手段より回転を伝達するフレキシブルシャフトと、前記包囲体に接続され前記フレキシブルシャフトを水密に内包するシースと、前記包囲体先端と前記ハウジング先端との間に設けられ前記ハウジングの回転時の摩擦を防止する摩擦防止手段とを具備したことを特徴とする光プローブ装置。

【0126】7. 低干渉性光を用いて光断層像を得る光プローブ装置において、少なくとも先端側が透明である柔軟なシースと、前記シース内腔に設けられた前記低干渉光の出射・入射部と、前記前記低干渉光の出射・入射部を保持するためのハウジングと、前記ハウジングに連結され後端部の駆動手段より回転を伝達するフレキシブルシャフトと、前記シース内に充填された屈折率整合媒体と前記屈折率整合媒体の気泡を除去する前記光の出射・入射部近傍に設けられた気泡制御手段とを具備したことを特徴とする光プローブ装置。

【0127】8. 低干渉性光を用いて光断層像を得る光プローブ装置において、少なくとも先端側が透明である柔軟なシースと、前記シース内腔に設けられた前記低干渉光の出射・入射部と、前記光の出射・入射部を保持するためのハウジングと、前記ハウジングに連結され後端部の駆動手段より回転を伝達する多重巻きされたコイル部材からなるフレキシブルシャフトと、前記パイプ部材の内腔に設けられた前記低干渉光を伝送する光ファイバ

とを具備したことを特徴とする光プローブ装置。

【0128】9. 回転体と前記回転体を内包する柔軟なシースを有する光プローブであって、前記回転体が前記シース内腔に接する前記シース部分に補強手段を設けたことを特徴とする光プローブ。

【0129】10. 低干渉性光を用いて光断層像を得る光プローブ装置において、少なくとも先端側が透明である柔軟なシースと、前記シース内腔に設けられた前記低干渉光の出射・入射部と、前記前記低干渉光の出射・入射部を保持するためのハウジングと、前記ハウジングに連結され後端部の駆動手段より回転を伝達するフレキシブルシャフトと、前記シース先端内面と前記ハウジング先端との間に設けられ、前記ハウジング先端と点接触することで、前記ハウジングの回転時の摩擦を防止する摩擦防止手段とを具備したことを特徴とする光プローブ装置。

【0130】

【発明の効果】以上説明したように本発明の光プローブ装置によれば、摩擦防止手段がシース先端内面とハウジング先端との間に設けられハウジングの回転時の摩擦を防止するので、先端クリアランスを最小とし、先端クリアランスを適正な位置に設定・保持でき、低干渉光の出射・入射部の回転軸を安定的に保持することができるといふ効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る光プローブ装置を備えた光イメージング装置の全体構成を示す構成図
【図2】図1の光プローブ装置が挿通される内視鏡を示す図

【図3】図1の光プローブ装置の構成を示す構成図

【図4】図3の光プローブ装置の要部の構成を示す構成図

【図5】本発明の第2の実施の形態に係る光プローブの要部の構成を示す構成図

【図6】図5の光プローブの第1の変形例の要部の構成を示す構成図

【図7】図5の光プローブの第2の変形例の要部の構成を示す構成図

【図8】図5の光プローブの第3の変形例の要部の構成を示す構成図

【図9】本発明の第3の実施の形態に係る光プローブの要部の構成を示す構成図

【図10】本発明の第4の実施の形態に係る光プローブの要部の構成を示す構成図

【図11】本発明の第5の実施の形態に係る光プローブの要部の構成を示す構成図

【図12】図11の光プローブの作用を説明する第1の説明図

【図13】図11の光プローブの作用を説明する第2の説明図

【図14】図11の光プローブの第1の変形例の要部の構成を示す構成図

【図15】図11の光プローブの第2の変形例の要部の構成を示す構成図

【図16】図11の光プローブの第3の変形例の要部の構成を示す構成図

【図17】図11の光プローブの第4の変形例の要部の構成を示す構成図

【図18】本発明の第6の実施の形態に係る光プローブの要部の構成を示す構成図

【図19】図18のベアリングの変形例を示す図

【図20】本発明の第7の実施の形態に係る光プローブの要部の構成を示す構成図

【図21】図20の光学シース内への屈折率整合のための液体の注入を説明する説明図

【図22】図20の気泡トラップの構成を示す構成図

【図23】図20の気泡トラップの第1の変形例の構成を示す構成図

【図24】図20の気泡トラップの第2の変形例の構成を示す構成図

【図25】図20の気泡トラップの第3の変形例の構成を示す構成図

【図26】図20の光プローブの作用を説明する第1の説明図

【図27】図20の光プローブの作用を説明する第2の説明図

【図28】図20の光プローブの変形例の要部の構成を示す構成図

【図29】図21の光学シース内への屈折率整合のための液体の注入の変形例を説明する第1の図

【図30】図21の光学シース内への屈折率整合のための液体の注入の変形例を説明する第2の図

【図31】図21の光学シース内への屈折率整合のための液体の注入の変形例を説明する第3の図

【図32】本発明の第8の実施の形態に係る光プローブの要部の構成を示す構成図

【図33】図32の光プローブの作用を説明する説明図

【図34】図32の光プローブの第1の変形例の要部の構成を示す構成図

* 【図35】図34の光プローブの作用を説明する説明図

【図36】図32の光プローブの第2の変形例の要部の構成を示す構成図

【図37】本発明の第9の実施の形態に係る光プローブの要部の構成を示す構成図

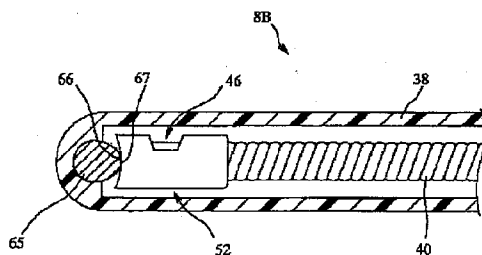
【図38】図37のメッシュ環を説明する説明図

【図39】図37の光プローブの変形例の要部の構成を示す構成図

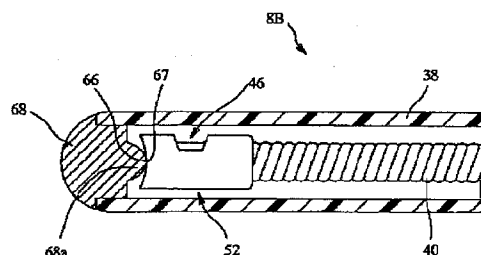
【符号の説明】

- 10 1A…光イメージング装置
2…低干渉性光源
3…第1のシングルモードファイバ
4…光カップラ部
5…第2のシングルモードファイバ
6…光ロータリジョイント
7…第3のシングルモードファイバ
8A…光プローブ（装置）
9…コネクタ部
10…第4のシングルモードファイバ
20 11…生体組織
13…回転駆動装置
14…光路長の可変機構
16…グレーティング
18…1軸ステージ
19…ガルバノメータミラー
20…ガルバノメータコントローラ
21…位置制御装置
26…モニタ
25…コンピュータ
30 27…観測装置
38…光学シース
39…先端ユニット
40…フレキシブルシャフト
51…プリズム
52…ハウジング
61…金属球
62…接触点
63…先端面

【図5】



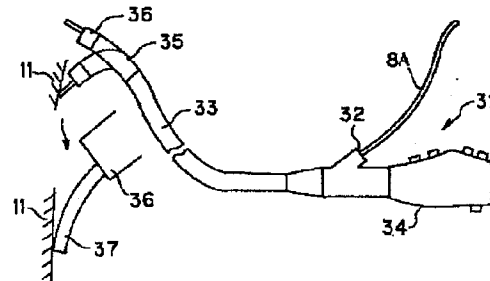
【図6】



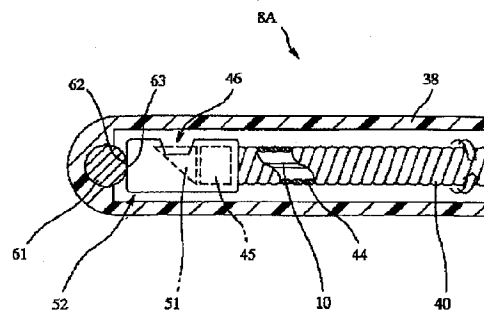
【図19】



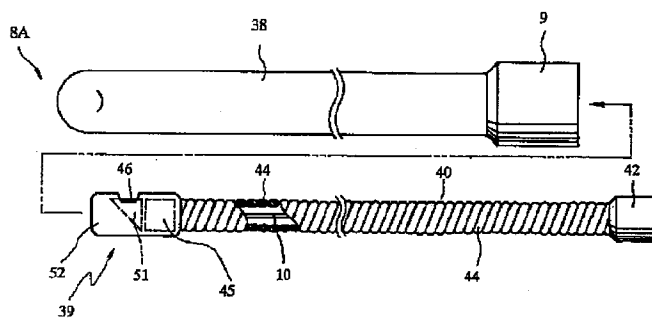
【图 2】



【図 4】



【图 3】



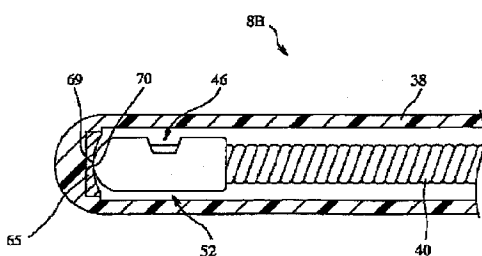
【图 23】



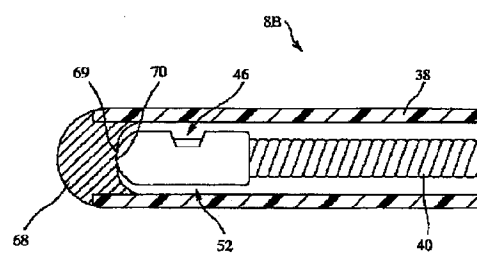
【图 2-2】



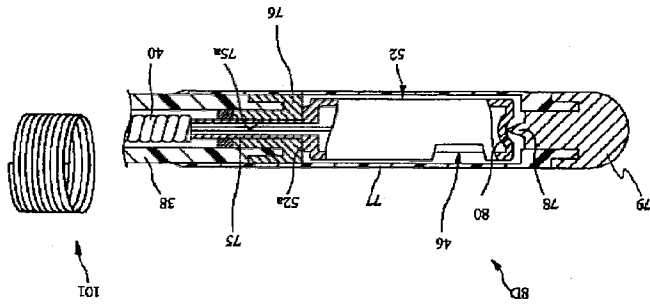
【図7】



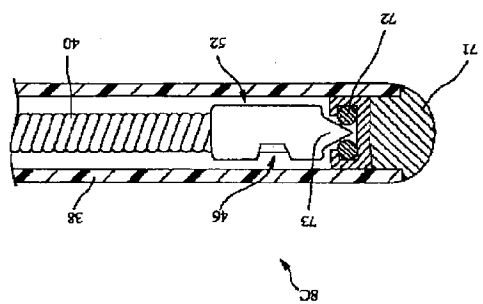
【图8】



【図24】

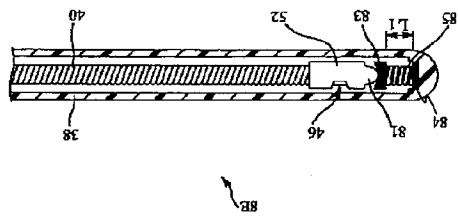


【図10】

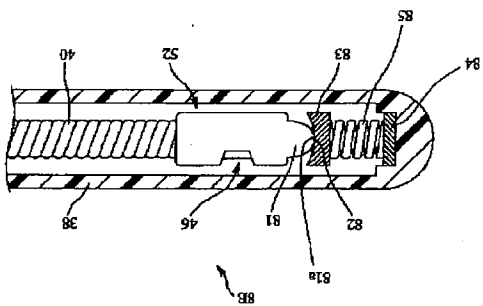


【図9】

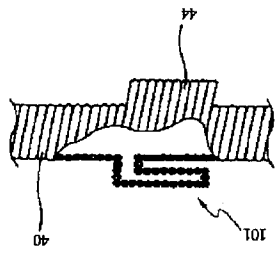
【図12】



【図11】

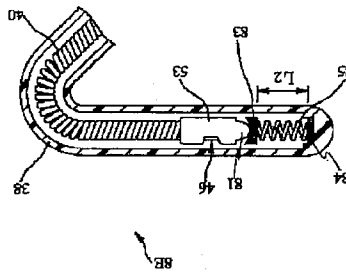


【図14】

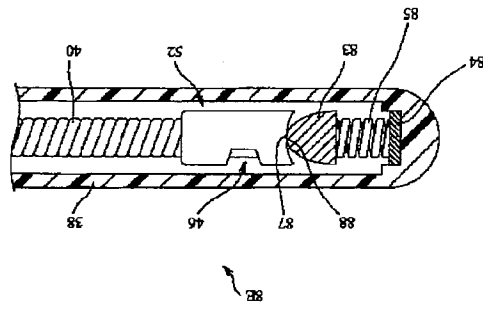


【図25】

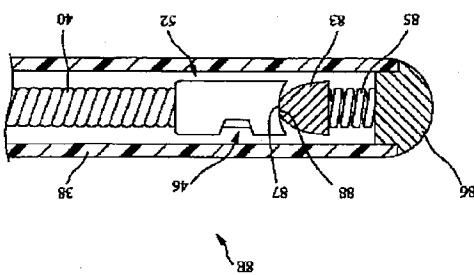
【図13】



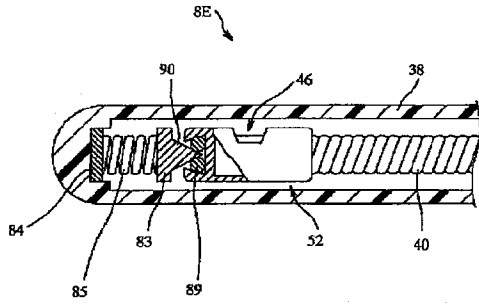
【図15】



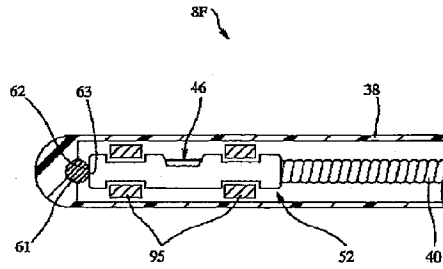
【図16】



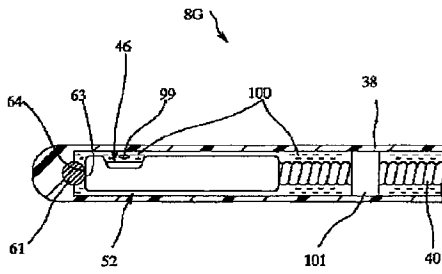
【図17】



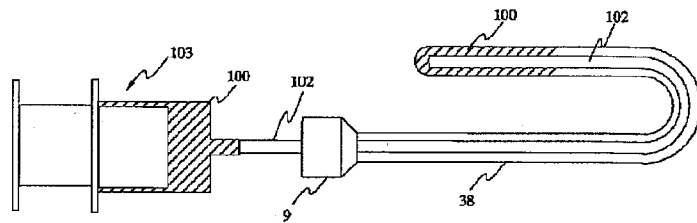
【図18】



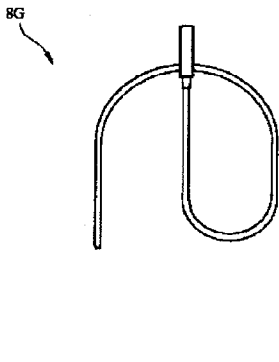
【図20】



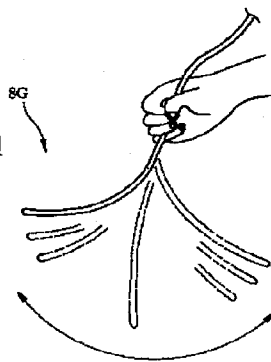
【図21】



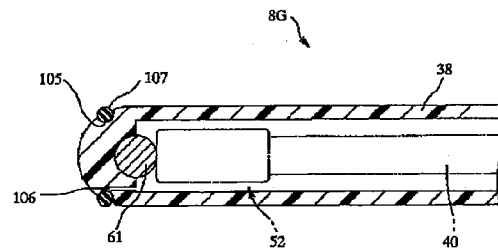
【図26】



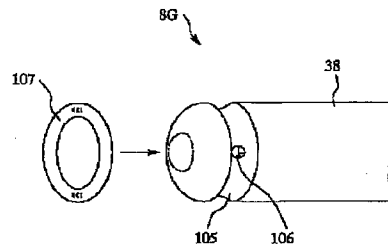
【図27】



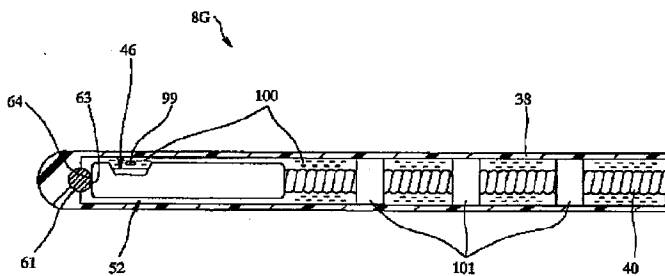
【図29】



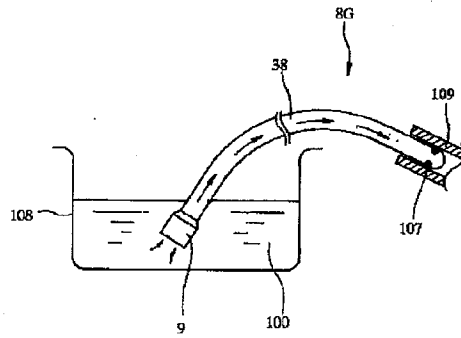
【図30】



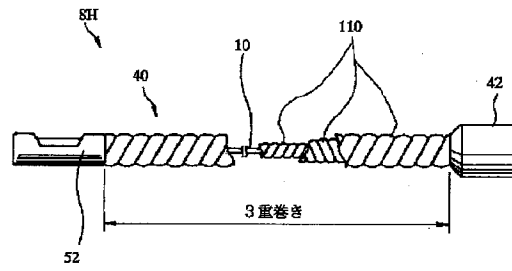
【図28】



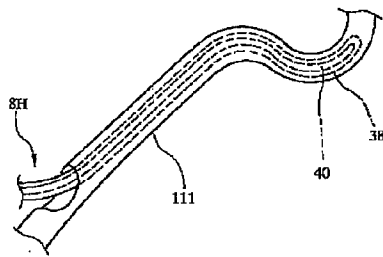
【図31】



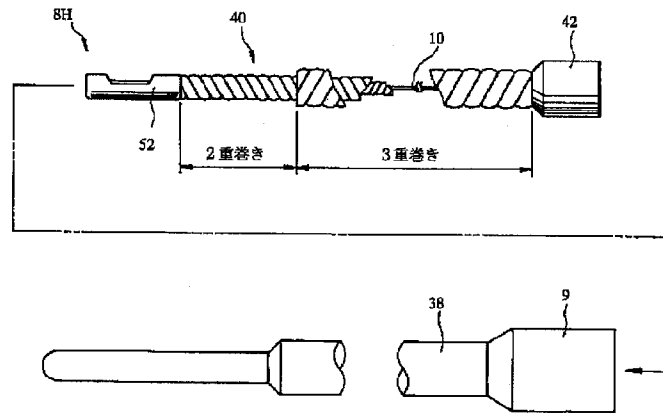
【図32】



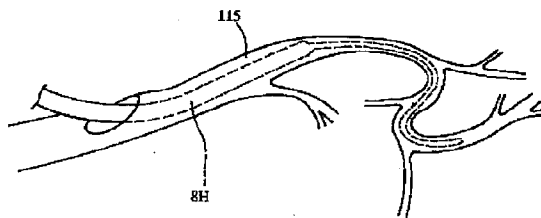
【図33】



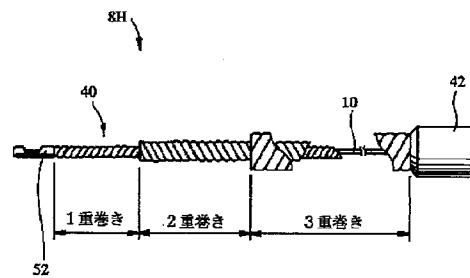
【図34】



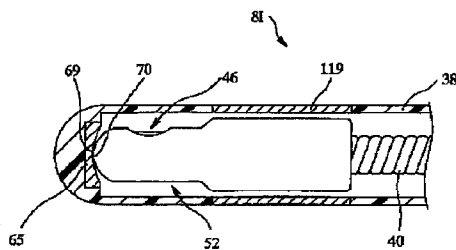
【図35】



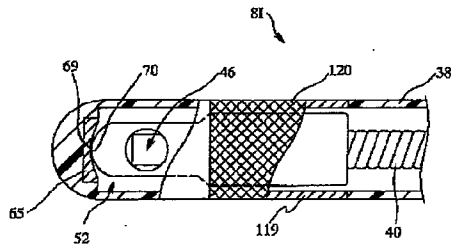
【図36】



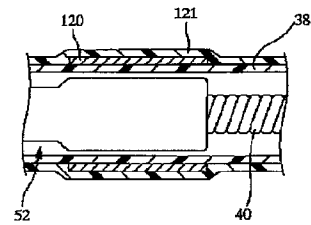
【図37】



【図38】



【図39】



フロントページの続き

(72)発明者 堀井 章弘
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内
(72)発明者 水野 均
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 廣岡 健児
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内
Fターム(参考) 2G059 AA06 BB04 BB12 EE02 GG09
HH03 JJ11 KK01
4C061 AA00 BB04 CC07 DD03 FF37
FF40